

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-147341

(P2001-147341A)

(43)公開日 平成13年 5月29日 (2001.5.29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 2 B	6/293	G 0 2 B	5/28
	5/28		6/26
	6/26	H 0 1 S	3/06
H 0 1 S	3/06		3/10
	3/10	G 0 2 B	6/28
			B
			Z
			C
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)			

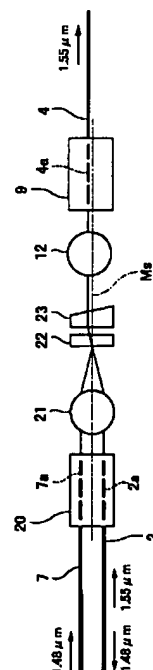
(21)出願番号 特願2000-291189(P2000-291189)  
(62)分割の表示 特願平8-143435の分割  
(22)出願日 平成8年5月15日(1996.5.15)

(71)出願人 000237721  
エフ・ディー・ケイ株式会社  
東京都港区新橋5丁目36番11号  
(72)発明者 加藤 隆司  
東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内  
(72)発明者 油利 秀明  
東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内  
(72)発明者 増田 昭宏  
東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内  
(74)代理人 100092598  
弁理士 松井 伸一

(54)【発明の名称】 光回路モジュール

(57)【要約】

【課題】 より小型で実装スペースも小さくて済み、かつ製作が容易な構造の光回路モジュールを提供すること  
【解決手段】 平行な2本の光ファイバ芯線2aと7aを有する2芯フェルール20と、1本の光ファイバ芯線4aを有する1芯フェルール9とが、1本の直線をなすモジュール主軸Ms上にはほぼ同軸に配設され、両フェルール20と9の先端面が所定の間隔をおいて対向している。2芯フェルール20の先端面に対向する第1のコリメートレンズ21と、1芯フェルール9の先端面に対向する第2のコリメートレンズ12と、第1および第2のコリメートレンズ21と12の間に介在する光合波分波フィルタ22およびウエッジガラス板23とが、前記両フェルール20と9の先端面の間隔部分において前記モジュール主軸Ms上に直列的に並べて配設されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平行な2本の光ファイバ(2, 7)の芯線(2a, 7a)を有する2芯フェルール(20)と、1本の光ファイバ(4)の芯線(4a)を有する1芯フェルール(9)とが、1本の直線をなすモジュール主軸(Ms)上にほぼ同軸に配設され、前記両フェルールの先端面が所定の間隔をおいて対向しており、

前記2芯フェルール(20)の先端面に対向する第1のコリメートレンズ(21)と、前記1芯フェルール

(9)の先端面に対向する第2のコリメートレンズ(12)と、前記第1および第2のコリメートレンズの間に介在する光合波分波フィルタ(22)およびウエッジ板(23)とが、前記両フェルールの先端面の間隔部分において前記モジュール主軸(Ms)上に直列的に並べて配設されており、

前記ウエッジ板の頂角は、前記1芯フェルール、前記2芯フェルール及び前記第1、第2のコリメートレンズの軸がモジュール主軸(Ms)に平行或いは直線上に配置された状態で前記1芯フェルール(9)の芯線(4a)と前記2芯フェルール(20)の一方の芯線(2a)とが前記光合波分波フィルタ(22)の透過光路で光結合し、前記2芯フェルール(20)の2本の芯線(2a, 7a)が前記光合波分波フィルタ(22)の反射光路で光結合するようにしたことを特徴とする光回路モジュール。

【請求項2】 前記ウエッジ板(23)の表面に前記光合波分波フィルタ(22)としての誘電体多層膜が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光回路モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバ通信システムなどの構成要素となる光回路モジュールに関し、とくに、3本の光ファイバの間に介在して波長の異なる複数系統の光を合波したり分波する光回路モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】よく知られているように、ある種の光ファイバ通信システムでは、図1に示す構成の光ファイバ増幅器を用いている。同図に示すように、入力ポートPinに導入される波長1.55μmの信号光が、光アイソレータ1を経てエルビウム添加光ファイバ2に伝搬する。この信号光はエルビウム添加光ファイバ2から光合波分波回路3を透過して光ファイバ4に伝搬し、光アイソレータ5を通過して出力ポートPoutに達するようになっている。

【0003】一方、半導体レーザからなる励起光源6は波長1.48μmの励起光を発生する。その励起光は、光ファイバ7を伝搬して光合波分波回路3に導入され、ここからエルビウム添加光ファイバ2を前記信号光と反対方

向に伝搬する。エルビウム添加光ファイバ2を伝搬する信号光(波長1.55μm)が、反対方向に進行する励起光(波長1.48μm)によって増幅されるようになっている。

【0004】このように励起光の進行方向と信号光の進行方向とが反対になっているので、このタイプを後方向励起式の光ファイバ増幅器と呼んでいる。なお、励起光と信号光の進行方向を同じにした前方向励起式の光ファイバ増幅器や、後方向励起式と前方向励起式を組み合わせた双方向励起式の光ファイバ増幅器も、従来からよく知られている。

【0005】図1に示した後方向励起式の光ファイバ増幅器において、前記の光合波分波回路3は図2に示すように構成されていた。この光合波分波回路モジュールは、前記光ファイバ2の芯線2aを内包したフェルール8と、前記光ファイバ4の芯線4aを内包したフェルール9と、前記光ファイバ7の芯線7aを内包したフェルール10と、各フェルール8, 9, 10の光軸上にそれぞれ配置されたコリメートレンズ11, 12, 13と、これら3つのレンズの光軸の間に介在する光合波分波フィルタ(「WDM」とも称されている)14とを備えている。

【0006】ここで、光合波分波フィルタ14はガラス板に誘電体多層膜を形成したものであり、これと3つのフェルール8, 9, 10およびコリメートレンズ11, 12, 13の光学的な位置関係により、つぎのような光路が形成されている。増幅系の光ファイバ芯線2aから出射してレンズ11を経た波長1.55μmの信号光は、光合波分波フィルタ14を透過してレンズ12により集光され、出力系の光ファイバ芯線4aに導入される。また、光ファイバ芯線7aから出射してレンズ13を経た波長1.48μmの励起光は、光合波分波フィルタ14で反射してレンズ11により集光され、増幅系の光ファイバ芯線2aに導入される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のような応用例が本発明の対象となる従来技術の1つの形態である。しかしながら、図2に示した構成の従来の光合波分波回路モジュールでは、小型化が難しいという問題があった。このモジュールは、3つのフェルール8, 9, 10が図示していないケースを貫通する形で取り付けられ、そのケースに3つのコリメートレンズ11, 12, 13が内蔵されるとともに、光合波分波フィルタ14が内蔵される。そして、各光ファイバ2, 4, 7が前記ケースから外部に引き出されるという形態になる。

【0008】ここで、光合波分波フィルタ14の透過光路で光結合するフェルール8(光ファイバ芯線2a)とフェルール9(光ファイバ芯線4a)とは、図2のように、ほぼ同一直線上に並んだ配置関係になる。これに対して、光合波分波フィルタ14の反射光路で光結合する

フェルール8（光ファイバ芯線2a）とフェルール10（光ファイバ芯線7a）とは、フェルール8とフェルール9とがなす軸形態に対して $20^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ほどの角度をなしてケースに取り付けられる。

【0009】そのため、フェルール8とフェルール9との配列がなす主軸に対してフェルール10が側方に大きく出っ張った配置関係になってしまう。つまり、ファイバ4とファイバ7がハの字型になるケース形態になる。また、フェルール8用のコリメートレンズ11とフェルール10用のコリメートレンズ13とがそれぞれ必要になるので、ケースの内部寸法も大きくなる。したがってケース全体が大型化するし、光ファイバ4と光ファイバ7とがハの字型をなして取り付けられることになり、実装スペースも大きくなる。

【0010】さらに、上記のように、所定の角度で斜めにフェルールを装着しようとすると、焦点位置を合わせるための光路に沿った前後方向の調整と、角度の調整が必要となり、平行に配置するものに比べてその組み付け・調整処理が非常に煩雑となる。すなわち、図2に示す例でいえば、フェルール8、9間の調整は比較的容易に行えるが、斜めに装着するフェルール10の角度調整が非常に煩雑となる。そして、角度等がずれると、所望の特性が得られなくなる。

【0011】本発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、上記した問題を解決し、より小型で実装スペースも小さくて済み、取付・組立が容易に行え、部品点数の削減を図ることによる製造し易さ並びにコスト安を図るようにした光回路モジュールを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するため、本発明の光回路モジュールは3ポート型のモジュールであり、基本的なモジュールレイアウトとして、平行な2本の光ファイバ芯線を有する2芯フェルールと、1本の光ファイバ芯線を有する1芯フェルールとが、1本の直線をなすモジュール主軸上にほぼ同軸に配設され、両フェルールの先端面が所定の間隔をおいて対向している。また、前記2芯フェルールの先端面に対向する第1のコリメートレンズと、前記1芯フェルールの先端面に対向する第2のコリメートレンズと、第1および第2のコリメートレンズの間に介在する光合波分波フィルタおよびウエッジ板（実施の形態では「ウエッジガラス板」）とが、前記両フェルールの先端面の間隔部分において前記モジュール主軸上に直列的に並べて配設されている。そして、前記1芯フェルールの芯線と前記2芯フェルールの一方の芯線とが前記光合波分波フィルタの透過光路で光結合し、前記2芯フェルールの2本の芯線が前記光合波分波フィルタの反射光路で光結合する光学的配置関係を創りだしている。

【0013】そして、前記ウエッジ板の表面に前記光合

波分波フィルタとしての誘電体多層膜を形成して、これらを一体化することができる。

【0014】ここで、本発明で言う光合波分波フィルタとは、WDM（Wavelength Division Multiplexer / Demultiplexer）とも称されているもので、異なった波長の光を合成したり、分波したりする光学部品のことを意味する。すなわち、いくつかの異なった波長を含んでいる光から、波長を弁別してそれぞれ決められた端子に光を出力する機能（分波機能）と、いくつかの波長の光をそれぞれ異なった端子から入射して、これらの波長を含んだ光として1つの端子から出射する機能（合波機能）のうち、少なくとも1方の機能をもつ光部品をいう。したがって、光合波分波フィルタとは言うが、合波機能と分波機能を備えたものに限られず、合波機能のみ、或いは分波機能のみを有するものも含む概念である。

【0015】また、本発明の要部を構成する部品であるウエッジ板（光路を曲げるためのプリズム）は、ガラス板等の等方性の媒体からなり、最終的に各フェルールがモジュール軸と平行になるような入射光に、通過する光の光路を適宜折り曲げるものを言う。そして、ウエッジ板のみに着目すると、原則としてそのウエッジ板への入射光または出射光の一方がモジュール主軸と平行になるようになっている。

【0016】そして、本発明では、1芯フェルールと2芯フェルールとはほぼ同一直線上に並ぶ配置関係になる。また、2芯フェルールに内包されている2本のファイバ芯線はごく接近しているため、2本の芯線に対して共通のコリメートレンズで対応できる。

【0017】また、光合波並びに光分波を行うためには、2つの光の光路に所定のひらき角を設けなければならないが、本発明では、2芯フェルールの各芯線の軸をコリメートレンズの光軸からずらした位置に配置しているフェルール同士をたとえ直線上に配置しても、2芯から入射される2つの光路に角度があることにより、交換的な光路が分離され、光の合光・分光処理が行われる。

【0018】そして、ウエッジ板を設けたため、両フェルール間を通過する光の光路が適宜の角度で曲げられ、モジュール主軸と平行になり、両フェルールへの入射光は、モジュール主軸と平行になる。つまり、フェルールをモジュール主軸と平行に置くことができるので、両フェルールのなす角は0度となる。つまり、同一直線状に配置されるか、仮にずれたとしても平行となる。よって、両フェルールを筒型のケースに装着する際に、容易に組み付けることができ、かつ、取り付け位置・角度の調整が容易に行える。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の光回路モジュールは、さまざまな目的のさまざまな構成の光回路に応用され得るものであり、以下に説明するいくつかの具体例に基づい

て本発明の主旨を限定的に解釈すべきものではないことは当然である。以下では、本発明の実施の形態を分りやすく説明するために、図1に示した後方向励起式の光ファイバ増幅器における光合波分波回路3に相当する実施例を中心に、図2に示した従来のモジュール構成と対比して説明する。

【0020】図3に示すのは本発明の第1の実施の形態による光回路モジュールである。これは3ポート型のモジュールであり、基本的なモジュールレイアウトとして、平行な2本の光ファイバ芯線2a、7aを有する2

芯フェルール20と、1本の光ファイバ芯線4aを有する1芯フェルール9とが、1本の直線をなすモジュール主軸Ms上にはほぼ同軸に配設され、両フェルール20と9の先端面が所定の間隔をおいて対向している。

【0021】また、2芯フェルール20の先端面に対向する第1のコリメートレンズ21と、1芯フェルール9の先端面に対向する第2のコリメートレンズ12と、第1および第2のコリメートレンズ21、12の間に介在する光合波分波フィルタ22およびウエッジガラス板23とが、前記両フェルール20、9の先端面の間隔部分において前記モジュール主軸Ms上に直列的に並べて配設されている。

【0022】そして、1芯フェルール9の芯線4aと2芯フェルール20の一方の芯線2aとが光合波分波フィルタ22の透過光路で光結合し、2芯フェルール20の2本の芯線2a、7aとが光合波分波フィルタ22の反射光路で光結合する光学的配置関係を創りだしている。

【0023】なお図3において、2芯フェルール20の一方の芯線2aは図1における増幅用のエルビウム添加光ファイバ2につながり、2芯フェルール16の他方の芯線7aは図1における励起系の光ファイバ7につながり、1芯フェルール9の芯線4aは図1における出力系の光ファイバ4につながる。

【0024】光合波分波フィルタ22はガラス板に誘電体多層膜を形成したものであり、ウエッジガラス板23は表平面と裏平面が平行でない所定角度をなすガラス板からなる。これら光合波分波フィルタ22およびウエッジガラス板23と、2芯フェルール20と1芯フェルール9およびコリメートレンズ21、12の光学的な位置関係により、つぎのような光路が形成されている。

【0025】つまり、増幅系の光ファイバ芯線2aから出射してコリメートレンズ21を経た波長 $1.55\mu\text{m}$ の信号光は、光合波分波フィルタ22を透過し、ウエッジガラス板23で進行方向が所定角度だけ折り曲げられ、コリメートレンズ12により集光され、出力系の光ファイバ芯線4aに導入される。また、光ファイバ芯線7aから出射してコリメートレンズ21を経た波長 $1.48\mu\text{m}$ の励起光は、光合波分波フィルタ22で反射して同じレンズ21により集光され、増幅系の光ファイバ芯線2aに導入される。

【0026】また図3のように、2芯フェルール20・コリメートレンズ21・光合波分波フィルタ22・ウエッジガラス板23・コリメートレンズ12・1芯フェルール9とは、1本の直線をなすモジュール主軸Ms上にほとんど同一直線状に並べて配置されており、この配置関係で全体が1本の筒型ケース（図示していない）に内蔵されている。その筒型ケースの一端部から2本の光ファイバ2と光ファイバ7とが平行に引き出されているとともに、筒型ケースの他端部から1本の光ファイバ4が引き出されている。

【0027】このようなモジュール形態となるので、図2に示した従来の構成のモジュール形態に比べて、ケースの外形状が単純な筒型となり、外形寸法を従来より大幅に小さくできる。また、2芯フェルール20に内包されている2本の光ファイバ芯線2aと7aはごく接近しているため、2本の光ファイバ芯線2aと7aに対して共通のコリメートレンズ21で対応できる。このこともモジュールケースの小型化に寄与する。

【0028】モジュールケースが単純な筒型になるという上記の特徴は、コリメートレンズ21、12とを結ぶ光路中に適宜なウエッジガラス板23を配設し、光路を適切に折り曲げる構成を採用したことによって実現したことである。ウエッジガラス板23の光路折り曲げ効果を適切に利用することによって、各光学部品（2芯フェルール20・コリメートレンズ21・光合波分波フィルタ22・ウエッジガラス板23・コリメートレンズ12・1芯フェルール9）を1本の直線をなすモジュール主軸Ms上にほとんど同一直線状に並べて配置することができるのである。

【0029】つまり、図4に示すように、ウエッジガラス板23の屈折率を $n$ とし、形状が片台形状で図示する頂角を $E$ とおくと、入射角 $\theta_1$ と、出射角 $\theta_2$ の関係は、下記式に示すようになっている。 $\sin \theta_2 = n \cdot \sin (E + \sin^{-1} (\sin \theta_1 / n))$ したがって、本実施の形態では、モジュール主軸Msに対し傾斜する角度 $(\theta_1)$ の時に、出射角 $\theta_2 = 0$ になるように頂角 $E$ を設定することにより、上記したモジュール主軸Ms上にほとんど同一直線状に各光学部品を並べて配置することができる。

【0030】モジュールケースを単純な筒型に構成できるということは、モジュールケースの製作が容易であるし、そのケースに各光学部品（2芯フェルール20・コリメートレンズ21・光合波分波フィルタ22・ウエッジガラス板23・コリメートレンズ12・1芯フェルール9）を取り付ける構造が簡単になり、また各部品の組み立てと調整の作業が簡単になるということを意味している。したがって、本発明によれば小型で高性能な光回路モジュールを安価に量産できるのである。

【0031】図5は本発明の第2の実施の形態を示している。本実施の形態では、図3に示す第1の実施の形態

と異なり、光路折り曲げ用の前記ウェッジガラス板23の表面に前記光合波分波フィルタ22としての誘電体多層膜を形成している。

【0032】これにより、第1の実施の形態では、光合波分波フィルタ22・ウェッジガラス板23として、別部材の板材で構成していたものを一体化し、共通化することにより、部品点数の削減ができる。さらに、部品間の位置関係の調整が1組分不要となるので、調整が容易になる。したがって、この実施の形態では、モジュールのさらなる小型化と組立性の向上に寄与する。なお、その他の構成並びに作用効果は上記した第1の実施の形態と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

【0033】図6は本発明の第3の実施の形態を示している。図3に示した第1の実施の形態と比較すると、ウェッジガラス板23の表裏の向きが反対になっている。このように逆にしても第1の実施の形態と同様の作用効果が得られる。そして、この形態でも第2の実施の形態と同様に、光合波分波フィルタ22とウェッジガラス板23を共通化してももちろん良い。

【0034】図7は本発明の第4の実施の形態を示している。図6に示す第3の実施の形態と比較すると、光合波分波フィルタ22とウェッジガラス板23の配置順が異なっている。このように各部品の特性や形態に応じて光学的配置関係を適宜に設定し、目的とする光路を実現することができるが、その具体的な構成は一樣ではない。

【0035】図8は本発明の第5の実施の形態を示している。本実施の形態は、図6に示す第3の実施の形態の構成を基本とし、ウェッジガラス板23とコリメートレンズ12の間に光アイソレータ24を配設している。これにより、光合波分波器に光アイソレータ機能が付けられ付加価値が高まる。このように具体的な利用目的に応じて、必要な機能の光学部品や光学素子をモジュール内に付加することは自由である。

【0036】上記した各実施の形態では、いずれもウェッジガラス板の形状は片台形状であったが、本発明はこれに限ることはなく、光路を適切に折り曲げるようになっていればその形状は問わない。一例を示すと、例えば図9に示すように三角形状とすることができる。この場合に、ウェッジガラス板23'の頂角を(A+B)とすると、 $\sin(\theta+B) = n \cdot \sin(A+B - \sin^{-1}(\sin A/n))$ なる関係が成り立つように各角度を設定すればよいのである。

【0037】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の光回路モジュールでは、2芯フェルールと第1のコリメートレンズと光合波分波フィルタとウェッジガラス板と第2のコリメートレンズと1芯フェルールとは、ほとんど同一直線状に並べて配置されており、この配置関係で全体が1本の筒型ケースに内蔵されている。そして、その

筒型ケースの一端部から2本の光ファイバが平行に引き出されているとともに、筒型ケースの他端部から1本の光ファイバが引き出されている。

【0038】このようなモジュール形態となるので、従来の構成のモジュール形態に比べて、ケースの外形状が単純な筒型となり、外形寸法を従来より大幅に小さくできる。また、実装の際の3本の光ファイバの取り回しが簡単であり、実装スペースをきわめて小さくできる。また、2芯フェルールに内包されている2本の光ファイバ芯線はごく接近しているので、その2本の芯線に対して共通のコリメートレンズで対応できる。このこともモジュールケースの小型化に寄与する。

【0039】しかも、ウェッジ板を設けたことにより、両フェルールは同一直線状或いは平行に配置することができるので、ケースへの組み付け時の角度調整が容易に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の応用対象の一例としての後方向励起式の光ファイバ増幅器の概略構成図である。

【図2】同上光ファイバ増幅器における光合波分波回路モジュールの従来の構成例を示す概略図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態による光合波分波回路モジュールの概略構成図である。

【図4】ウェッジガラス板を説明する図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態による光合波分波回路モジュールの概略構成図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態による光合波分波回路モジュールの概略構成図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態による光合波分波回路モジュールの概略構成図である。

【図8】本発明の第5の実施の形態による光合波分波回路モジュールの概略構成図である。

【図9】ウェッジガラス板の別の形態を示す図である。

【符号の説明】

- 1 光アイソレータ
- 2 エルビウム添加光ファイバ
- 2a 光ファイバ芯線
- 3 光合波分波回路
- 4 光ファイバ
- 4a 光ファイバ芯線
- 5 光アイソレータ
- 6 励起光源
- 7 光ファイバ
- 7a 光ファイバ芯線
- 8, 9, 10 1芯フェルール (従来)
- 11, 12, 13 コリメートレンズ (従来)
- 14 光合波分波フィルタ (従来)
- 20 2芯フェルール
- 21 コリメートレンズ
- 22 光合波分波フィルタ

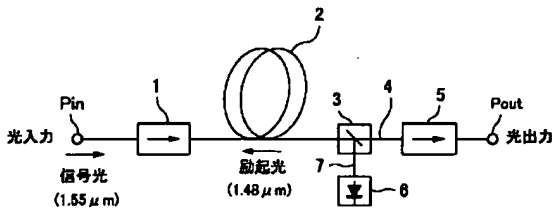
23 ウェッジガラス板 (ウェッジ板)

\* Ms モジュール主軸

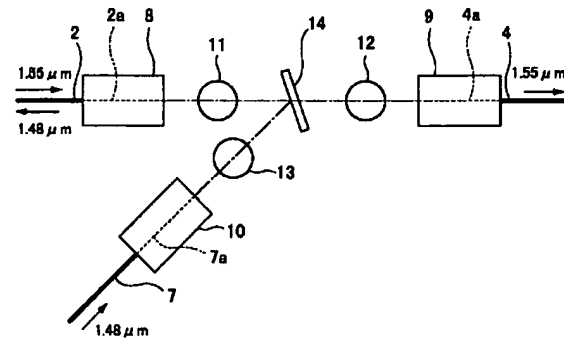
24 光アイソレータ

\*

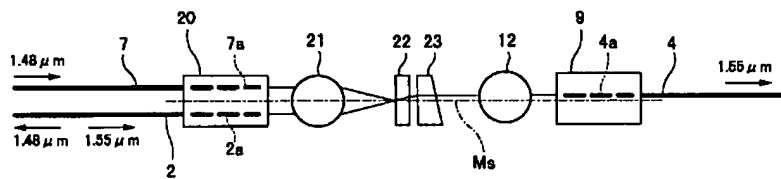
【図1】



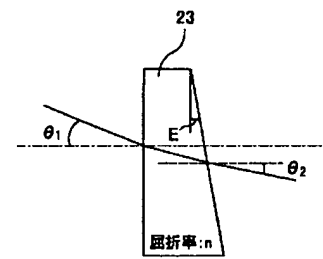
【図2】



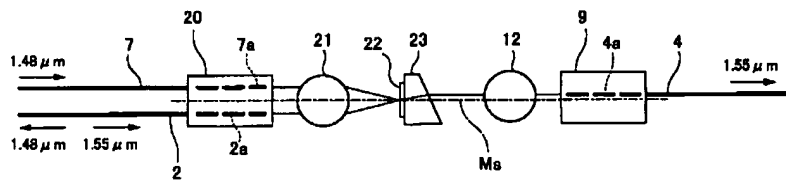
【図3】



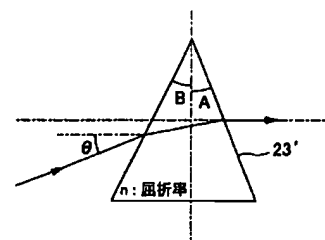
【図4】



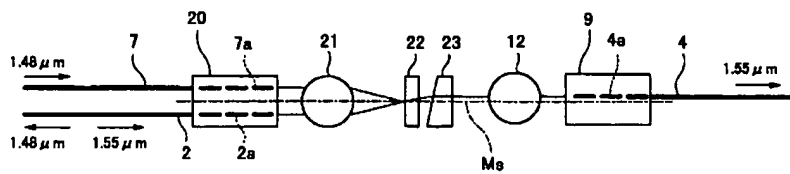
【図5】



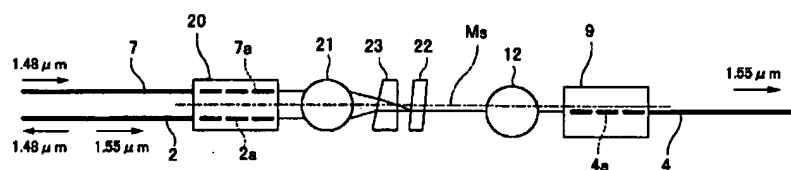
【図9】



【図6】



【図7】



【図8】

